

Title	うどんを科学する
Author(s)	人見, 将
Citation	平成29年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書
Issue Date	2018-04
oaire:version	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/68103
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

平成 29 年度学部学生による自主研究奨励事業研究成果報告書

ふりがな 氏 名	ひとみ まさる 人見 将	学部 学科	理学部 物理学科	学年	3 年
ふりがな 共 同 研究者氏名		学部 学科		学年	年
					年
					年
アドバイザー教員 氏名	吉野 元	所属	サイバーメディアセンター		
研究課題名	うどんを科学する				
研究成果の概要	研究目的、研究計画、研究方法、研究経過、研究成果等について記述すること。必要に応じて用紙を追加してもよい。(先行する研究を引用する場合は、「阪大生のためのアカデミックライティング入門」に従い、盗作剽窃にならないように引用部分を明示し文末に参考文献リストをつけること。)				

<研究目的>

うどんの“美味しさ”は、いわゆるコシやノドゴシによって決まるとされており、これらの感覚がどのような物理量と関係しているかについては多くの先行研究がある。特にノドゴシについては麺がのどを通るときの速度が関係していることが官能評価により指摘されており、麺の美味しさを決める重要な因子であると考えられる。

本研究ではのどを通るときの麺を物理学的に議論可能な状態まで抽象化し、モデル化することでその物理的側面を理解することを目的とした。

<モデルとその意義>

本研究では以下のモデルを用いて数値計算、実験、そして理論的考察を目指した。すなわち、図1のように多粒子が広い空間から狭い空間へと移動する際の流速を考える。これは一見、先の目的と大きく離れているように感じられるが、特定の粒子が強い結合力で図2のように鎖状に結合していれば、これを麺の抽象化としてとらえられる。

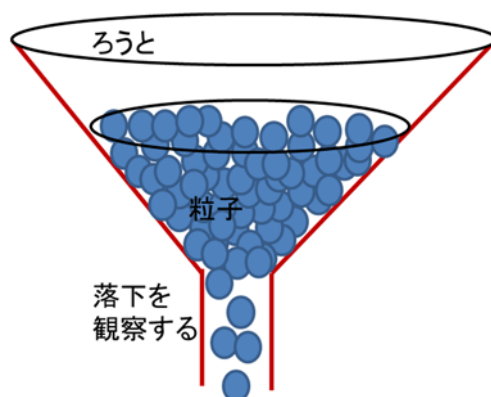


図 1 モデル

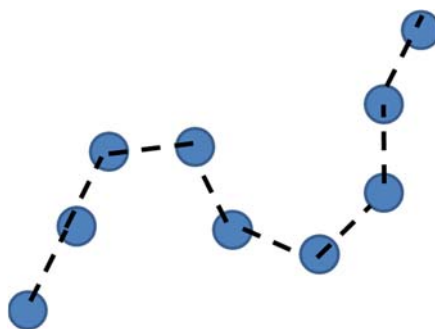


図 2 鎖状結合した粒子

また、図 1 のような系はほかの多くの物理的、工学的、生物科学的、社会科学的に重要な対象として考えることができる。

- 1、砂時計内の砂の運動
- 2、穀物などの精製、混合
- 3、生体内の循環器系の物質輸送
- 4、劇場や球場内などの多くの人が出入り口に向かう運動

上記に示したモデルは以上のような多くの現象を簡素化したものになっており、多くの分野において重要な意義を持つと考えられる。。

<具体的な解析手法>

今回は多粒子系の数値計算と実験を試みた。

1、数値計算

図 1 のような多粒子系の数値計算を行った。粒子は境界条件の下で、重力加速度、他の粒子からの排除体積効果を受けるとして、開口到達時の鉛直下方向の速度分布を考える。計算にはオイラー法を用いた。運動方程式を以下に示す。但し上の 2 式については全ての i について独立に考える。

$$\frac{dx}{dt} = \frac{p_x}{m}$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{p_y}{m}$$

$$\frac{dp_{xi}}{dt} = \sum_j \frac{\delta}{2R\Delta r_{i,j}} \left(1 - \frac{\Delta r_{i,j}}{2R}\right)^{\delta-1} |x_i - x_j| - \eta \frac{dx_i}{dt}$$

$$\frac{dp_{yi}}{dt} = \sum_j \frac{\delta}{2R\Delta r_{i,j}} \left(1 - \frac{\Delta r_{i,j}}{2R}\right)^{\delta-1} |y_i - y_j| - mg - \eta \frac{dy_i}{dt}$$

ここで $\Delta \mathbf{r}$ は粒子間距離であり、 R 、 η 、 δ はそれぞれ粒子半径、粘性係数、排除体積効果定数とする。

2、実験

図 1、2 の系を満足するような実験系の作成を試みた。図 3、4 に示した漏斗、ボールチェーンを用いて図 5 のような実験系を作成した。



図 3 漏斗



図 4 細かく切ったボールチェーン

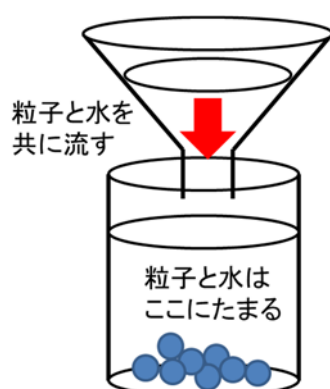


図 5 実験系

<結果>

今回、定量的な成果は得られていないが、以下の考察に示すように今後の研究に向けて多くの示唆

が得られた。

< 考察 >

今回の実験で定量的な結果が得られなかった要因は、

1、使用した液体と粒子の比重、抵抗が系に合わない。

2、粒子数が少なすぎる。

ということが挙げられる。今後はこれらの点について改善したのち、実験を継続したいと考えている。

< 今後の課題 >

今回の研究では今後実験、考察に値する多くの示唆が得られた。以下ではそれらについて簡単にまとめておく。

1、流体との相違点

今回理解を試みた粉粒体は流体としての側面を持つ一方で、相違点を持っていることもわかった。特に粉粒体には一般に流体力学で議論されるような熱力学的関係式は成立しないと考えられる。したがって、実験、数値計算による現象論的アプローチを考えるとともに、力学的諸法則からのアプローチも重要であると思われる。流体で成り立つようなトリチェリの定理やベルヌーイ方程式に変わる法則が存在する可能性がある。

2、レイノルズの力学的相似則

今回の実験では粒子数やサイズ、使用する液体の粘性等について深く考えなければならないことが分かった。そのような反省から、レイノルズの相似則が成立するか否かについても今後の実験で明らかにしたいと考えている。

3、数値計算の精度向上とより複雑な系の実装

今後の数値計算ではより精度の高いと思われる方法を試みたいと考えている。また、今回の計算で使用した運動方程式には、粒子間の鎖状結合や、曲げによるエネルギー散逸項が含まれていなかった。よりうどんに近いモデルを考えるうえでもこれらの項は必要不可欠であると考えられるため、今後検討していきたい。